

УДК 65.012.7(045)

Заліський М.Ю.
Німич В.В.
Яшанов І.М.

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ПРОЦЕСІВ

Інститут електроніки систем управління
Національного авіаційного університету

Наведено аналітичні співвідношення для розрахунку числових значень параметрів виконання контрольних операцій з оцінювання відповідності процесів встановленим вимогам для декількох варіантів стратегій проведення контрольних операцій

Вступ

Підвищення матеріального і культурного рівня життя потребує соціально-економічного розвитку суспільства та підвищення ефективності виробництва на базі науково-технічного прогресу, спрямованих на підвищення якості продукції та надання послуг. Одним з ефективних шляхів підвищення якості продукції та надання послуг є широке впровадження нових прогресивних технологічних процесів та систем управління цими процесами, розроблених на основі міжнародних стандартів ISO серії 9000 [1, 2].

Технологічні процеси (ТП) та окремі технологічні операції (ТХО) щодо надання послуг у сфері технічного обслуговування та ремонту обладнання, обробки інформації, прийняття рішень і формування експертних оцінок є основою систем обслуговуючого типу та складних технічних систем, що набули широкого розповсюдження в сучасній науці та техніці [3 – 6].

У процесі використання ТП можливі випадки невідповідності параметрів їх елементів встановленим вимогам. При цьому знижується результативність та ефективність ТП, в наслідок чого погіршуються показники функціонування систем, в яких застосовується ТП, і вони також перестають відповідати встановленим вимогам. Невідповідності можуть мати явний або прихований характер, тому їх своєчасне виявлення зменшує витрати в процесі функціонування систем та реалізації ТП.

Тому в області проектування, розробки та модернізації технологічних процесів і технологічних систем обслуговуючого типу є актуальною задача розробки процедур оцінки відповідностей ТП встановленим вимогам.

Постановка завдання

Аналіз літератури в області проектування, розробки та модернізації технологічних процесів [3 – 6] показує, що процедурам оцінки відповідності ТП приділяється незначна увага. Це призводить до збільшення витрат матеріальних та часових ресурсів в процесі експлуатації складних технологічних систем обслуговуючого типу.

Вважаємо, що оцінка відповідності ТП встановленим вимогам включає наступні основні ТХО: вимірювання вхідних і вихідних параметрів, що характеризують ТП, оцінка відповідності кожного з параметрів встановленим вимогам, формування висновку щодо відповідності ТП в цілому. Вимірювання може виконуватися за допомогою спеціалізованого обладнання або групи експертів.

Під час аналізу ефективності процедур оцінки відповідності процесів можуть вирішуватися наступні задачі: оптимізація періоду контролю, оптимізація обсягу контрольних операцій, оптимізація кількості експертів, визначення рівня кваліфікації експертів тощо. При вирішенні задач мають бути відомі моделі опису технологічного процесу та моделі виникнення невідповідностей.

У складних системах, як правило, застосовують декілька процесів, які в свою чергу включають у себе підпроцеси.

Розглянемо задачу оцінки відповідності окремого технологічного процесу системи обслуговуючого типу, який включає певну кількість ТХО.

Основна частина

При розгляді ТП будемо використовувати процесний підхід, який застосовується в стандартах *ISO* серії 9000 [1, 2]. Згідно з *ISO 9001: 2000* кожний процес

характеризується входом, виходом, сукупністю ТХО та вимогами до входу і виходу ТП, а також вимогами до сукупності ТХО. У системах обслуговуючого типу входом є завдання споживачів (замовників) на виконання певної сукупності завдань щодо надання послуг із заданими вимогами. Виходом є виконані завдання, які характеризуються набором параметрів, що можуть відрізнятися від вихідних вимог споживачів. Узагальнена схема ТП наведена на рис. 1.

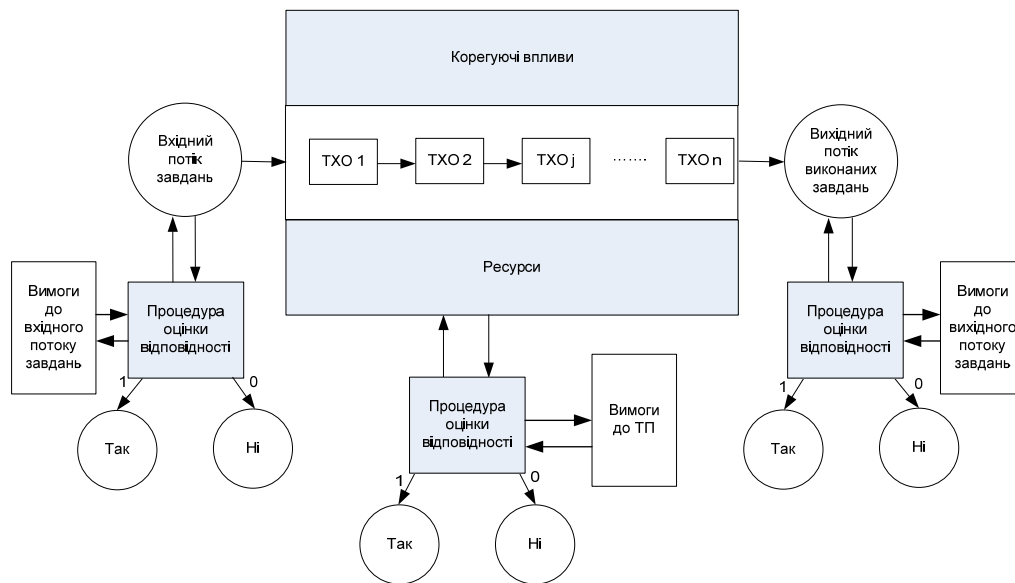


Рис. 1. Узагальнена схема оцінки відповідності технологічного процесу встановленим вимогам

До складу опису технологічного процесу також входять ресурси (інфраструктура, робоче середовище, персонал, засоби технологічного забезпечення, фінанси тощо), а також керуючі впливи. Керуючими впливами можуть бути: розпорядження керівництва, плани, графіки, регламенти, нормативи, інформація, дані тощо. Вважаємо, що вимоги до ТП в цілому формуються з урахуванням вимог до керуючих впливів, ресурсів та окремих ТХО. Основна мета ТП це забезпечення досягнення цілі функціонування складної технологічної системи. Для цього необхідно виконувати операції з оцінки відповідності ТП, який є об'єднаною сукупніс-

тю керуючих впливів, набору ТХО і ресурсів. Визначення стану цього об'єкту відповідності пов'язано зі значними витратами ресурсів. З урахуванням цього на рис. 1 в цілому можна виділити три об'єкти для оцінки відповідності ТП встановленим вимогам – вхідний потік завдань, вихідний потік завдань та об'єднана сукупність керуючих впливів, набору ТХО і ресурсів, кожний з яких класифікуємо за двох альтернативною схемою – відповідність встановленим вимогам є чи немає.

У випадку, коли об'єкт оцінки відповідності задовольняє встановленим вимогам, тоді процедура оцінки відпові-

сті формує рішення «так» і видає сигнал типу логічної одиниці, а у разі невідповідності – формує рішення «ні» і видає сигнал типу логічного нуля.

Розглядаючи рис. 1 припускаємо, що стан першого об'єкту оцінки відповідності залежить від того, як виконуються попередні ТХО, стан другого об'єкту оцінки відповідності залежить від того відповідають чи не відповідають встановленим вимогам корегуючи впливи, ресурсів і ТХО, стан третього об'єкту відповідності залежить від станів першого і другого об'єктів. Схема формування станів об'єктів відповідності можна представити у вигляді таблиці.

Таблиця

Стан об'єктів оцінки відповідності		
Вхідний потік завдань	Об'єднана сукупність керуючих впливів, набору ТХО і ресурсів	Вихідний потік виконаних завдань
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

В цілому функціонування ТП спрямовано на забезпечення задоволення вимог замовників. Для забезпечення якості надання послуг замовникам можна проводити оцінку відповідності встановленим вимогам об'єктів з урахуванням таблиці станів і виконувати роботи з формування та реалізації керуючих впливів у тих випадках, коли третій об'єкт оцінки відповідності не відповідає вимогам. Керуючі впливи виконують відносно попередніх ТХО або відносно складових того ТП, що розглядається. При цьому можливі різні варіанти організації процесів оцінки відповідності в залежності від вартості робіт з оцінки відповідності та імовірності виникнення невідповідностей у першому і другому об'єктах. Імовірнісні характеристики третього об'єкту обумовлені імовірнісними характеристиками перших двох об'єктів.

Для вибору раціонального варіанту організації робіт з оцінки відповідності можна використовувати показник ефективності у вигляді середньої вартості контролю. Критерієм ефективності варіанта організації робіт є мінімальне значення показника.

Для визначення формули показника ефективності вважаємо, що задані середні вартості оцінки відповідності зазначених трьох об'єктів контролю відповідно C_1, C_2, C_3 . Будемо вважати, що C_2 набагато більше ніж C_1 та C_3 . Крім того, задані імовірності невідповідностей, що можуть виникати в першому та другому об'єктах контролю $p_0^{(1)}$ і $p_0^{(2)}$ відповідно. Імовірності того, що перший і другий об'єкти контролю відповідають встановленим вимогам визначаємо, як –

$$p_1^{(1)} = 1 - p_0^{(1)},$$

$$p_1^{(2)} = 1 - p_0^{(2)}$$

звідси:

$$p_0^{(3)} = 1 - p_1^{(3)},$$

$$p_1^{(3)} = p_1^{(1)} p_1^{(2)}.$$

Розглянемо перший варіант організації процедури оцінки відповідності другого об'єкту контролю, коли контролюється тільки він сам.

Середні витрати на контроль визначаються за формулою:

$$m_1(C/\partial 1) = p_1^{(1)} C_2 + p_0^{(1)} C_2 = C_2 (p_1^{(1)} + p_0^{(1)}) = C_2.$$

Отже, у випадку першого варіанту середні витрати на контроль будуть дорівнювати середнім витратам на контроль другого об'єкту контролю.

Другий варіант – одночасно виконують оцінку відповідності для першого та третього об'єктів контролю, а за необхідністю (у випадку невідповідності потоку вхідних завдань) і другий об'єкт.

Середні витрати на контроль визначаються за формулою.

$$\begin{aligned}
m_1(C / \text{ââ}2) &= p_1^{(1)} p_1^{(3)} (C_1 + C_3) + \\
&+ p_1^{(1)} p_0^{(3)} (C_1 + C_3) + p_0^{(1)} p_1^{(2)} (C_1 + C_2 + \\
&+ C_3) + p_0^{(1)} p_0^{(2)} (C_1 + C_2 + C_3) = (C_1 + \\
&+ C_3) [p_1^{(1)} p_1^{(3)} + p_1^{(1)} p_0^{(3)}] + (C_1 + C_2 + \\
&+ C_3) [p_0^{(1)} p_1^{(2)} + p_0^{(1)} p_0^{(2)}] = (C_1 + \\
&+ C_3) p_1^{(1)} (p_1^{(3)} + p_0^{(3)}) + (C_1 + C_2 + \\
&+ C_3) p_0^{(1)} (p_1^{(2)} + p_0^{(2)}) = C_1 + C_3 + C_2 p_0^{(1)}.
\end{aligned}$$

Позначимо $C_{1,3} = C_1 + C_3$, тоді отримаємо:

$$m_1(C / \text{ââ}2) = C_{1,3} + C_2 p_0^{(1)}.$$

Отже, у випадку другого варіанту середні витрати на контроль лінійно залежать від витрат на контроль кожного об'єкту контролю та ймовірності невідповідності першого об'єкту.

Третій варіант – контролюється третій об'єкт процесу, а у випадку його невідповідності – другий об'єкт технологічного процесу.

Схема виконання робіт із контролю наведена на рис. 2

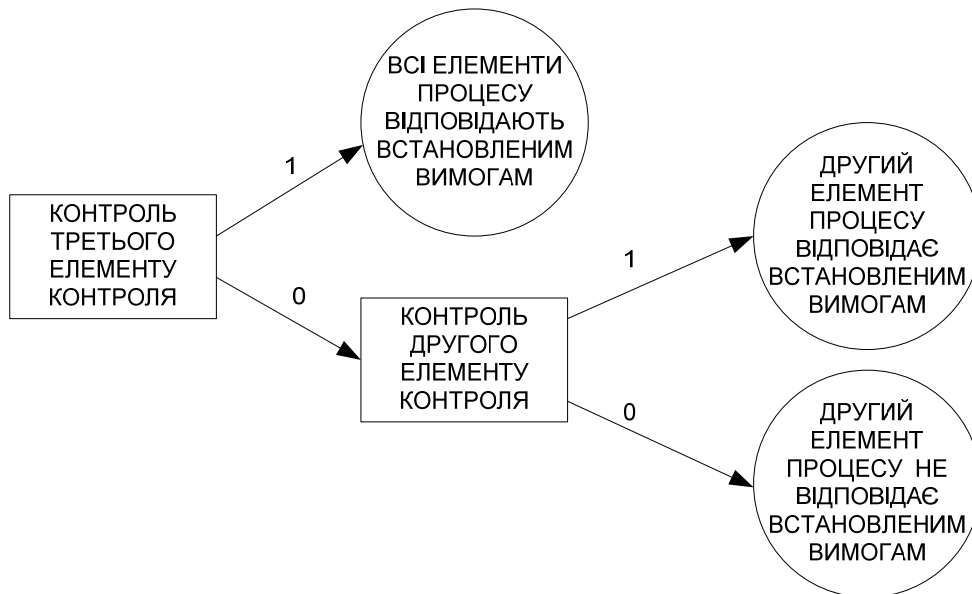


Рис. 2. Схема контролю за третім варіантом середні витрати на контроль визначаються за формулою

$$\begin{aligned}
m_1(C / \text{ââ}3) &= p_1^{(3)} C_3 + (1 - p_1^{(3)}) p_1^{(2)} (C_2 + \\
&+ C_3) + (1 - p_1^{(3)}) p_0^{(2)} (C_2 + C_3) = p_1^{(3)} C_3 + \\
&+ (C_2 + C_3) (p_0^{(2)} + p_1^{(2)}) p_0^{(3)} = p_1^{(3)} C_3 + \\
&+ (C_2 + C_3) p_0^{(3)} = p_1^{(1)} p_1^{(2)} C_3 + (1 - \\
&- p_1^{(1)} p_1^{(2)}) (C_2 + C_3) = C_2 + C_3 - \\
&- C_2 p_1^{(1)} p_1^{(2)} = C_{2,3} - C_2 p_1^{(2)} (1 - p_0^{(1)}).
\end{aligned}$$

Отже, у випадку третього варіанту середні витрати на контроль лінійно залежать від витрат на контроль другого та третього об'єкту процесу та ймовірності невідповідності першого об'єкту процесу і ймовірності відповідності другого об'єкту.

Четвертий варіант – контролюється перший об'єкт процесу, у випадку його

невідповідності другий об'єкт, у випадку відповідності – третій об'єкт технологічного процесу.

Схема виконання робіт контролю наведена на рис. 3.

Середні витрати на контроль визначаються за формулою.

$$\begin{aligned}
m_1(C / \text{ââ}4) &= p_1^{(1)} p_1^{(3)} (C_1 + C_3) + \\
&+ p_1^{(1)} p_0^{(3)} (C_1 + C_3) + p_0^{(1)} p_1^{(2)} (C_1 + C_2) + \\
&+ p_0^{(1)} p_0^{(2)} (C_1 + C_2) = (C_1 + C_3) p_1^{(1)} + \\
&+ (C_1 + C_2) p_0^{(1)} = (C_1 + C_3) (1 - p_0^{(1)}) + (C_1 + \\
&+ C_2) p_0^{(1)} = C_{1,3} (1 - p_0^{(1)}) + C_{1,2} p_0^{(1)}.
\end{aligned}$$

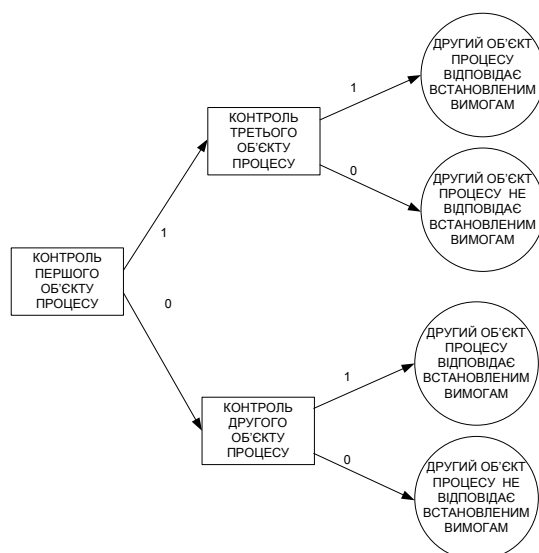


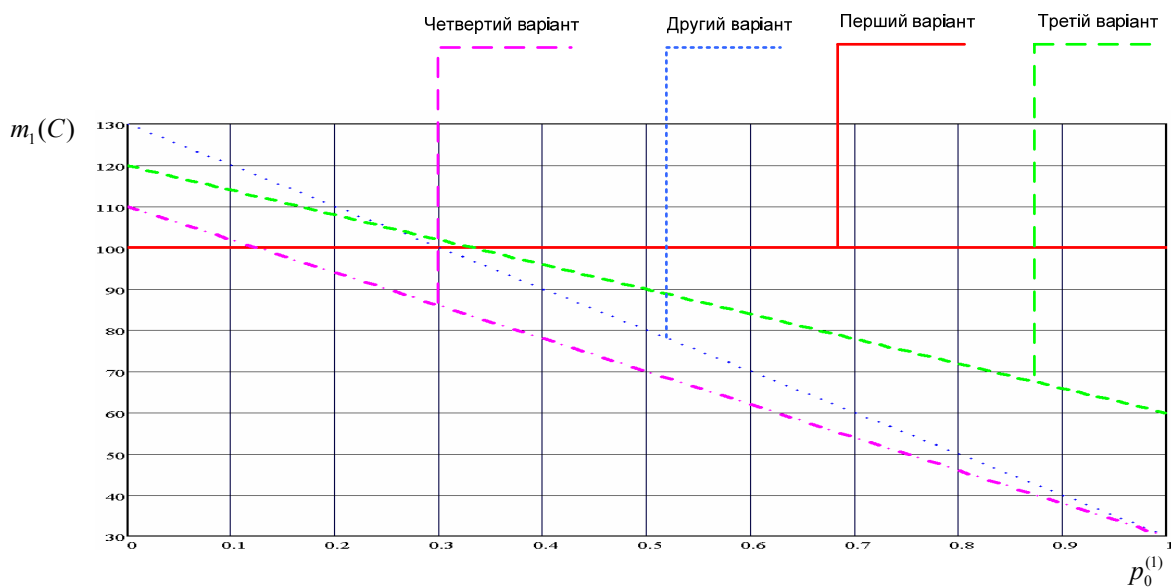
Рис. 3. Схема контролю за четвертим варіантом

Отже, у випадку четвертої стратегії середні витрати на контроль лінійно залежать від витрат на контроль всіх елементів процесу та ймовірності невідповідності першого об'єкту контролю.

Третій та четвертий варіанти оцінки відповідності відрізняються послідовністю виконання контролю.

Проаналізуємо залежності середніх витрат на контроль кожного з варіантів

від ймовірності невідповідностей в першому об'єкті моделі $p_0^{(1)}$ (рис. 4). Дані графіки були отримані при наступних значеннях середніх вартостей контролю, які будемо виміряти в умовних одиницях (у.о.), та ймовірності відповідностей другого об'єкту $C_1 = 10$ у.о., $C_2 = 100$ у.о., $C_3 = 20$ у.о., $p_1^{(2)} = 0.6$.

Рис. 4. Залежність середніх витрат кожного з варіантів від ймовірності невідповідностей в першому елементі моделі $p_0^{(1)}$

На рис. 4 можна побачити, що при $p_0^{(1)} \leq 0,12$ найменші витрати на контроль процесу в цілому буде забезпечувати пе-

рший варіант, а при $p_0^{(1)} > 0,12$ випадку – четвертий варіант.

Залежність середніх витрат на контроль кожного з варіантів від вартості контролю другого елементу моделі C_2 зображена на рис. 5. Графіки на рис. 5 були отримані при наступних значеннях вартостей контролю та ймовірностей відповід-

ностей $C_1 = 10$ у.о., $C_3 = 20$ у.о., $p_0^{(1)} = 0,1$, $p_1^{(2)} = 0,6$.

На рис. 5 можна побачити, що при $C_2 \leq 100$ у.о. найменші витрати на контроль всього процесу буде забезпечувати перший варіант, а при $C_2 > 100$ у.о. випадку – четвертий варіант.

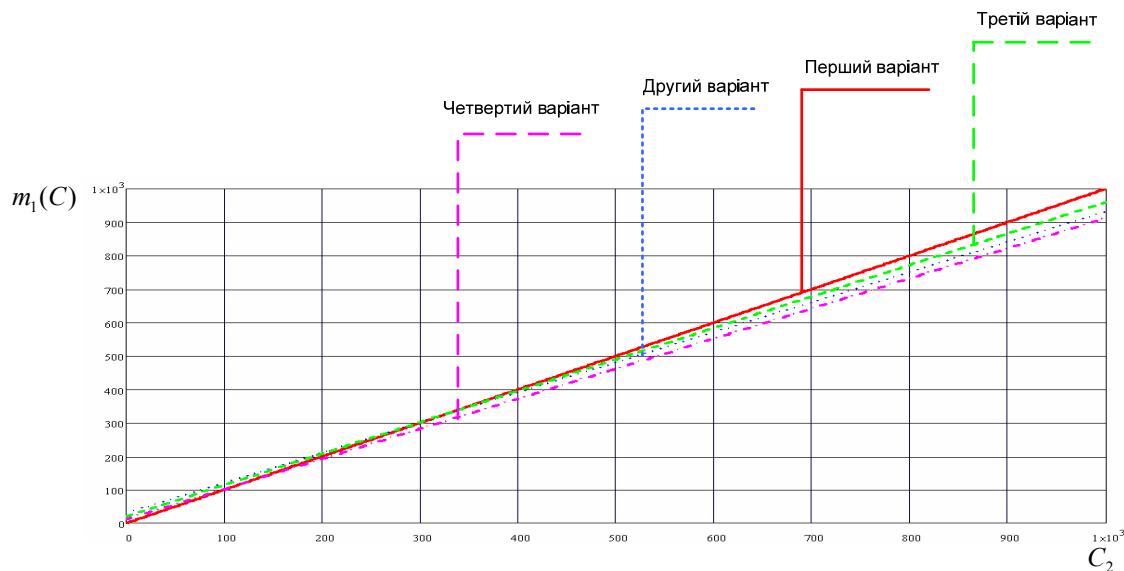


Рис. 5. Залежність середніх витрат на контроль кожного з варіантів від вартості контролю другого елементу моделі C_2 .

Висновки

Результати можуть бути використані в системах обслуговуючого типу при вирішенні задач проектування, розробки та модернізації ТП обслуговуючого типу оцінки відповідності. Наведені формули можуть застосовуватися для розрахунку процесів систем експлуатації технічного обладнання, комплексів обробки інформації, систем менеджменту якості тощо.

Список літератури

1. ДСТУ ISO 9000:2001. Системи управління якістю. Основні положення та словник. – Чинний від 2001–10–01.
2. ДСТУ ISO 9001:2001. Системи управління якістю. Вимоги. – Чинний від 2001–10–01.
3. Мелкумян В.Г. Технологічні системи обслуговуючого типу. Елементи теорії проектування і прикладні задачі експлуатації. – К.: НАУ, 2003. – 171 с.

4. Соломенцев О.В., Німич В.В.

Аналіз технологічних операцій в системах обслуговуючого типу // Електроніка та системи управління. – 2007. – №2(12). – С. 100–105.

5. Заліський М.Ю., Соломенцев О.В.,

Німич В.В., Яшанов І.М. Урахування похибок діагностування під час аналізу технологічних операцій // Електроніка та системи управління. – 2007. – №3(13). – С. 134–140.

6. Соломенцев О.В., Хмелько Ю.М.,

Жаров І.К., Німич В.В. Основи теорії надійності, експлуатації та ремонту радіоелектронної апаратури: Конспект лекцій. – К.: НАУ, 2007. – 108 с.